

TITLE: Vibration damping system for workpiece or tool - has low-rigidity member between component carrier and its camp support and fixed to carrier, and mass resiliently coupled to carrier

INVENTOR: HAGSPIEL, W

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE	CODE
STARRFRASMASCH AG	STARN

PRIORITY-DATA: 1985CH-0001585 (April 12, 1985)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
CH <u>665985</u> A	June 30, 1988		006	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
CH 665985A	April 12, 1985	1985CH-0001585	

INT-CL (IPC): B23Q 11/00

ABSTRACTED-PUB-NO: CH 665985A

BASIC-ABSTRACT:

The system damps vibrations of a workpiece (1) or tool during machining. The component is clamped (3) at at least in one position on a fixed or on a movable support e.g. work support carriage (2) and coupled with a damping element (6), e.g. elastomer ring (8) and damping mass (7).

It comprises a member (4) arranged between the clamping position (3) and the component (1) and secured to the component to form a composite unit therewith which has a lesser static rigidity than the component by itself. The component is additionally rigidly connected with a carrier (5) which is coupled with the damping element (6;7,8).

USE/ADVANTAGE - Machining vibration damper; used with an examples described are turbine blade as workpiece, milling spindle with tool, and boring bar, to minimise tendency to chatter. Damping is usually applied in the area of an antinode which is practically impossible with a workpiece as it interferes with machining and with a tool the possibilities are limited due to lack of space. The system absorbs vibration energy without being arranged near an antinode.



Erfolgspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪ Gesuchsnummer: 1585/85

⑬ Inhaber:  
Starrfräsmaschinen AG, Rorschacherberg

⑫ Anmeldungsdatum: 12.04.1985

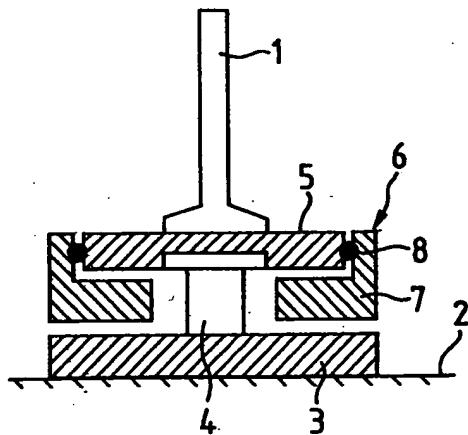
⑭ Erfinder:  
Hagspiel, Walter, Goldach

⑬ Patent erteilt: 30.06.1988

⑮ Vertreter:  
R. A. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich

⑯ Vorrichtung zur Dämpfung von Schwingungen an Werkstücken oder Werkzeugen.

⑰ An der Spannstelle (3) eines Werkstückes (1) oder eines Werkzeuges ist das Werkstück (1) oder das Werkzeug über einen Einspannträger (5) und einem Zwischenträger (4) mit der Spannstelle fest verbunden. Am Umfang des Einspannträgers (5) ist eine Dämpfungseinrichtung (6) mit einer Dämpfungsmasse (7) und einem Dämpfungselement (8) angekoppelt, das bei auftretenden Schwingungen im Werkstück einen Teil der Schwingungsenergie entzieht und dadurch ein rasches Abklingen der Schwingungen bewirkt. Dadurch, dass die Dämpfungseinrichtung (6) an der Einspannstelle angeordnet werden kann, wird die spanende Bearbeitung des Werkstückes (1) oder des Werkzeuges nicht behindert, wobei trotzdem eine wesentliche Verminderung der Ratterneigung erreicht wird.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Dämpfung von an einem Werkstück oder einem Werkzeug auftretenden Schwingungen, insbesondere von bei der spanenden Bearbeitung auftretenden Schwingungen, wobei das Werkstück oder das Werkzeug mindestens an einer ortsfesten oder bewegten Einspannstelle befestigt und mit einer Dämpfungseinrichtung gekoppelt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Einspannstelle und dem Werkstück (1) oder Werkzeug (20, 40) ein Zwischenkörper (4) angeordnet ist, der mit dem Werkstück oder mit dem Werkzeug verbunden ist und mit diesem eine Einheit bildet, die eine niedrigere statische Steifigkeit aufweist als das Werkstück oder das Werkzeug allein, wobei das Werkstück oder das Werkzeug zusätzlich mit einem Einspannträger (5) starr verbunden ist, mit dem die Dämpfungseinrichtung (6, 10) gekoppelt ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungseinrichtung (6) sich aus einem Dämpfungskörper (7) und einem flexiblen Dämpfungselement (8) aus einem Elastomer zusammensetzt, wobei die Dämpfungseinrichtung mit dem Einspannträger (5) gekoppelt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungseinrichtung (10) ein viskoses Dämpfungsmedium (13) aufweist, die über einen, von dem Einspannträger (5) und einem Teil (11) der Einspannstelle gebildeten Spalt mit dem Träger (5) gekoppelt ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Einspannträger (5) sich quer zur Hauptausdehnung des Werkstückes oder des Werkzeuges (1; 20, 40) erstreckt und ein plattenförmiger Körper ist, der mit dem Zwischenkörper (4) fest verbunden ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Einspannträger (5) ein sich in Richtung der Hauptausdehnung des Werkstückes (1) oder des Werkzeuges (20, 40) erstreckender stabförmiger Körper ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenkörper (4) als ein rohrförmiger Körper mit an seinen Stirnseiten angeformten Befestigungsmitteln, z. B. Flanschen (19; 29; 30) augebildet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Dämpfungseinrichtung (6, 10) am Fuss des frei auskragenden Werkstückes (1) oder Werkzeuges (20, 40) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass je eine Dämpfungseinrichtung (6, 10) an dem Endbereich des beidseitig eingespannten Werkstückes (1) oder Werkzeuges angeordnet ist.

## BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Dämpfung von an einem Werkstück oder einem Werkzeug auftretenden Schwingungen, insbesondere von bei der spanenden Bearbeitung auftretenden Schwingungen, wobei das Werkstück oder das Werkzeug mindestens an einer ortsfesten oder bewegten Einspannstelle befestigt und mit einer Dämpfungseinrichtung gekoppelt ist.

Vorrichtungen zur Dämpfung von Schwingungen sind in verschiedenen Ausführungen bekannt, die sowohl an festen als auch an bewegten Elementen, Einrichtungen und Anlagen angewandt werden. Bei den meisten dieser Vorrichtungen wird die Dämpfung dadurch erreicht, dass sie mit dem zu dämpfenden Element an einer Stelle gekoppelt werden, an

der die zu dämpfende Eigenschwingungsform möglichst grosse Amplituden aufweist. Dies ist beispielsweise das freie Ende eines Kragträgers. Auch an Bohrstangen werden, vorzugsweise ab einem kritischen Längen-Durchmesserverhältnis, solche Dämpfungsvorrichtungen möglichst am Ende der Auskragung angebracht.

Werden solche bekannten Dämpfungsvorrichtungen zur Dämpfung von Schwingungen an Werkstücken und Werkzeugen eingesetzt, weisen sie den Nachteil auf, dass sie, um 10 dem zu dämpfenden System wirkungsvoll Energie entziehen zu können, an Stellen in der Nähe eines Schwingungsbauches angebracht werden müssen. Bei Werkstücken beispielsweise ist ihre Anwendung an einer solchen Stelle wegen der vorzunehmenden Bearbeitung überhaupt nicht möglich, 15 während ihre Anwendung bei Werkzeugen aus Platzgründen sehr beschränkt werden muss.

Hier setzt die Erfindung ein, der die Aufgabe zugrunde liegt, eine Vorrichtung zur Dämpfung von Schwingungen an Werkstücken oder Werkzeugen der eingangs beschriebenen 20 Art so auszustalten, dass es dem zu dämpfenden System wirkungsvoll Energie entziehen kann, ohne dass es an einer Stelle im Bereich eines Schwingungsbauches angeordnet werden muss.

Diese Aufgabe wird gemäss der Erfindung dadurch gelöst, dass zwischen der Einspannstelle und dem Werkstück oder dem Werkzeug ein Zwischenkörper angeordnet ist, der mit dem Werkstück oder mit dem Werkzeug starr verbunden ist und mit diesem eine Einheit bildet, die eine niedrigere statische Steifigkeit aufweist als das Werkstück oder das Werkzeug allein, wobei das Werkstück oder das Werkzeug zusätzlich mit einem Träger starr verbunden ist, mit dem die Dämpfungseinrichtung gekoppelt ist.

Dadurch, dass die Kopplung der Dämpfungseinrichtung über den Einspannträger und den Zwischenkörper mit der 35 Einspannstelle erfolgt, erhält man an der Dämpfungseinrichtung so grosse Schwingungsamplituden, dass eine wirkungsvolle Dämpfung erreicht wird. Diese zusätzliche Dämpfung an dem Werkstück oder dem Werkzeug dient der Verminderung der Ratterneigung bei der spanenden Bearbeitung.

Die Erfindung ist in der Zeichnung in einigen Ausführungsbeispielen dargestellt und nachfolgend beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematisch dargestellten Querschnitt eines an einer Spannstelle eingespannten Werkstücks, das mit einer Dämpfungsvorrichtung gekoppelt ist,

Fig. 2 einen schematisch dargestellten Querschnitt eines an einer Spannstelle eingespannten Werkstücks, das mit einer weiteren Dämpfungsvorrichtung gekoppelt ist,

Fig. 3 einen schematisch dargestellten Querschnitt eines 50 an einer Spannstelle eingespannten Werkstücks, das mit einer dritten Dämpfungsvorrichtung gekoppelt ist,

Fig. 4 eine schematisch dargestellte Ansicht eines Fräsdornes mit einem Fräswerkzeug und mit einer Dämpfungsvorrichtung ähnlich derjenigen in Fig. 1,

Fig. 5 eine schematisch dargestellte Ansicht eines Werkstückes, das in zwei mit einer Dämpfungseinrichtung ähnlich wie in Fig. 1 versehenen rotierenden Einspannstellen eingespannt ist,

Fig. 6 eine schematisch dargestellte Ansicht eines Werkstückes, das in zwei mit einer Dämpfungseinrichtung ähnlich wie in Fig. 2 versehenen rotierenden Einspannstellen eingespannt ist,

Fig. 7 einen Querschnitt eines Ausführungsbeispiels einer Einspannstelle, wobei die rechte Seite einer Spannstelle nach Fig. 1 und die linke Seite einer Spannstelle nach Fig. 2 entspricht,

Fig. 8 einen Querschnitt einer rotierenden Spannstelle mit einer Dämpfungseinrichtung wie in Fig. 2 und

Fig. 9 zwei Diagramme, die das Schwingungsverhalten eines Werkstückes mit und ohne Dämpfungseinrichtung zeigen.

Fig. 1 zeigt in vereinfachter Darstellung die Anwendung der erfundungsgemäßen Dämpfungsvorrichtung bei einem, an einem Ende einseitig eingespannten Werkstück 1, z.B. eine Turbinenschaufel, die in dieser Aufspannung bearbeitet wird. Auf einer Unterlage 2, z.B. auf einem Maschinenschlitten, ist eine Spannplatte 3 befestigt, auf der ein Zwischenkörper 4 befestigt ist. Der Zwischenkörper 4 stellt eine speziell eingeführte, definierte Nachgiebigkeitsstelle zwischen dem Werkstück 1 und der Spannstelle, d.h. der Spannplatte 3 dar. An dem der Spannplatte 3 entgegengesetzten Ende des Zwischenkörpers 4 ist ein Einspannträger 5 starr befestigt, auf dessen Oberseite das Werkstück 1 aufgespannt ist. Mit dem Einspannträger 5 ist eine Dämpfungseinrichtung 6 gekoppelt. Diese setzt sich aus einer trägeheits- und dämpfungsgekoppelten Dämpfungsmasse 7 und einem Dämpfungselement 8 zusammen. Letzteres ist ein aus einem Elastomer, z.B. einem Kunststoff, bestehender Ring mit einem kreisförmigen Profil. Das Dämpfungselement 8 ist zwischen dem Einspannträger 5 und der Dämpfungsmaße 7 eingespannt und trägt die Dämpfungsmaße 7. Die Dämpfungsvorrichtung besteht demnach aus dem als Nachgiebigkeitsstelle wirkenden Zwischenkörper 4 und der Dämpfungseinrichtung 6. Der Einspannträger 5 weist eine entsprechende Ausdehnung auf, damit an dessen Umfang, an der die Dämpfungseinrichtung angekoppelt ist, beim Auftreten von Schwingungen eine genügend grosse Amplitude entsteht, die für die Dämpfungseinrichtung ausreichend gross ist, um am Werkstück 1 die gewünschte Dämpfungswirkung zu erzielen.

In Fig. 2 ist das Werkstück 1 in gleicher Weise wie in Fig. 1 an der Unterlage 2 befestigt, d.h. über den Einspannträger 5 und den Zwischenkörper 4. Im Gegensatz zu Fig. 1 ist jedoch die Dämpfungseinrichtung 10 anders ausgebildet und deren Dämpfungswirkung beruht auf der inneren Reibung einer viskosen Flüssigkeit.

Die Dämpfungseinrichtung 10 setzt sich aus einem, zwischen der Spannplatte 3 und dem Einspannträger 5 mittels eines Zwischenringes 11 gebildeten Spalt 12 und einem Dämpfungsmedium 13 zusammen, welch letzteres einen von dem Zwischenring 11 gebildeten Innenraum 14 und den Spalt 12 ausfüllt, wobei ein ausreichendes Niveau des Dämpfungsmediums 13 durch einen, einen Rand 15 bildenden Niveauring 16 gewährleistet ist. Ein am Einspannträger 5 befestigter Schutzrand 17 übertritt den Rand 15 und verhindert das Eintreten von Fremdkörpern in das Dämpfungsmedium.

Die Wirkung der Dämpfungseinrichtung 10 besteht darin, dass durch die am Umfang des Einspannträgers 5 auftretenden Schwingungsamplituden eine Saug- und Druckwirkung im Spalt 12 erzeugt wird, durch die dem aus dem Werkstück 1, dem Einspannträger 5 und dem Zwischenkörper 4 bestehenden Schwingungssystem Energie entzogen wird. Bei beiden Vorrichtungen nach Fig. 1 und 2 durch den speziell eingeführten Zwischenkörper 4 eine Nachgiebigkeitsstelle geschaffen, durch welche die statische Steifigkeit des Schwingungssystems herabgesetzt wird, während andererseits jedoch die dynamische Steifigkeit wesentlich erhöht wird. In Fig. 3 ist die Einspannung eines Werkstückes 1 mit einer Dämpfungsvorrichtung dargestellt, bei der eine Dämpfungseinrichtung 6 gemäß Fig. 1 mit einer Dämpfungsmaße 7 verwendet wird. Gleiche Bezugszahlen bezeichnen gleiche Teile wie in Fig. 1. Um in diesem Fall genügend grosse Amplituden an der Kopplungsstelle für die Dämpfungseinrichtung 6 zu erreichen, ist der Einspannträger 5 als stabförmiger, sich in Richtung des Werkstückes 1 erstreckender Körper ausgebildet, der durch eine Bohrung 19 in dem Zwischenkörper 4 ragt.

In Fig. 4 ist die Anwendung der als Hilfsmassendämpfer ausgebildeten Dämpfungseinrichtung 6 an einem Fräsdorn 20, dargestellt, an dessen einem Ende ein Fräswerkzeug 21 befestigt ist und an dessen anderem Ende ein Befestigungskonus 22 zur Befestigung an einer Maschinenspindel angeformt ist. Die in Fig. 4 eingetragenen, jedoch nicht beschriebenen Bezugssymbole entsprechen denjenigen nach Fig. 1. Wesentlich ist auch bei dieser Ausführungsform, dass die Dämpfungseinrichtung 6 in der Nähe der Einspannstelle mit Hilfe eines Zwischenkörpers 4 angeordnet werden kann, wodurch das Fräswerkzeug 21 ohne Behinderung für die Bearbeitung eingesetzt werden kann.

In Fig. 5 und 6 ist die Dämpfungsvorrichtung an einem an beiden Enden eingespannten Werkstück 1 dargestellt. In Fig. 5 ist eine Dämpfungseinrichtung 6 nach Fig. 1 und in Fig. 6 eine Dämpfungseinrichtung 10 nach Fig. 2 verwendet. Die nicht erläuterten Bezugssymbole entsprechen wieder denjenigen in Fig. 1 bzw. Fig. 2.

In Fig. 6 ist es wegen der horizontalen Anordnung des Werkstückes 1 erforderlich, den Rand des Schuttringes 17 mit einer flexiblen Manschette 25 zu versehen, die an der Spannplatte 3 befestigt ist und das Austreten der Dämpfungsmaße 13 verhindert.

Fig. 7 zeigt die praktische Ausführungsform der in Fig. 1 und 2 schematisch dargestellten Dämpfungsvorrichtungen. Die rechte Seite von Fig. 7 entspricht der Ausführung nach Fig. 1, wobei gleiche Bezugssymbole gleiche Teile bezeichnen. Auf der Spannplatte 3 ist der Zwischenkörper 4 mittels Schrauben 26 befestigt, während der Einspannträger 5 über eine Zwischenplatte 27 mittels Schrauben 28 an dem Zwischenkörper 4 befestigt ist, der beidseitig mit Flanschen 29, 30 versehen ist. Die Dämpfungsmaße 7 ist als dreiteiliger Ring ausgebildet und mittels Schrauben 31, 32 zusammengezogen. Das Dämpfungselement 8 ist durch die Schrauben 32 in der einen der beiden Trennflächen der Teile der Dämpfungsmaße 7 eingespannt.

Der der Ausführung nach Fig. 2 entsprechende linke Teil von Fig. 7 weist mit Fig. 2 übereinstimmende Bezugszahlen auf. Aus Fig. 7 ist lediglich zusätzlich zu erkennen, dass der Zwischenring 11 mittels Schrauben 33 und der Abdeckring 17 mittels Schrauben 36 am Einspannträger 5 befestigt ist. Im Einspannträger 5 ist zudem eine Gewindebohrung 37 vorgesehen, die durch einen Gewindezapfen 38 verschlossenbar ist.

In Fig. 8 ist ein Werkzeugträger 40, z.B. eine Bohrstange, mit einem Schneidwerkzeug 41 dargestellt, der in einer Maschinenspindel 42 mit Hilfe eines Konus 43 und einer Spannstange 44 eingespannt ist. Anstelle der direkten Lagerung des Konus 43 in der Maschinenspindel 42, ist ein einteiliges Zwischenstück 45 mittels Schrauben 46 an der Maschinenspindel 42 festgespannt, in dem der Konus 43 der Bohrstange 40 gelagert ist und das sich aus der Spannplatte 3, dem Zwischenkörper 4 und dem Einspannträger 5 zusammensetzt. Zwischen der Spannplatte 3 und dem Einspannträger 5 ist eine Dämpfungseinrichtung 10, wie sie in Fig. 2 verwendet wird, angeordnet, bei der durch innere Reibung einer viskosen Flüssigkeit dem Schwingungssystem Schwingungsenergie entzogen wird.

In Fig. 9 ist die Wirkung der Dämpfungseinrichtung dargestellt, wobei die Dämpfungseinrichtungen 6 und 10 ähnliche Wirkung zeigen. Im linken Diagramm klingt die Amplitude A der Schwingung eines angeregten Schwingungssystems nur sehr langsam mit der Zeit ab, da die für die Werkstücke und Werkzeuge verwendeten metallischen Werkstoffe nur eine kleine innere Dämpfung aufweisen. Die Wirkung der Dämpfungseinrichtung zeigt das Diagramm rechts in Fig. 9, aus der das außerordentlich rasche Abklingen einer Schwingung ersichtlich ist. Je nach Anwendungsfall kann

durch die Ausbildung des die Nachgiebigkeitsstelle bildenden Zwischenkörpers 4 ein optimaler Kompromiss zwischen statischer und dynamischer Steifigkeit am Werkstück oder am Werkzeug erzielt werden. Zweck dieser Dämpfungserhöhung am Werkstück oder am Werkzeug ist die Verminde-  
5 rung der Ratterneigung bei der spanenden Bearbeitung. Da-

durch wird es möglich, beispielsweise schlankere Werkstücke spanend zu bearbeiten, bzw. schlankere Werkzeuge für die spanende Bearbeitung einzusetzen. Hierbei hält sich der dazu erforderliche Aufwand in verhältnismässig kleinen Grenzen.

FIG. 1

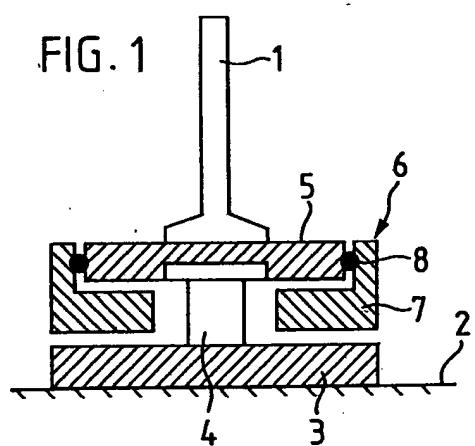


FIG. 2

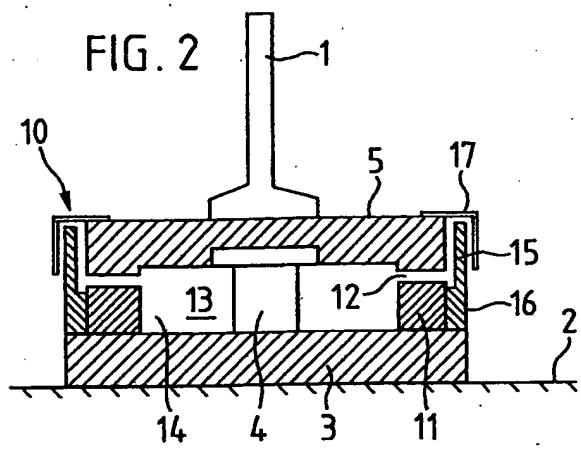


FIG. 3

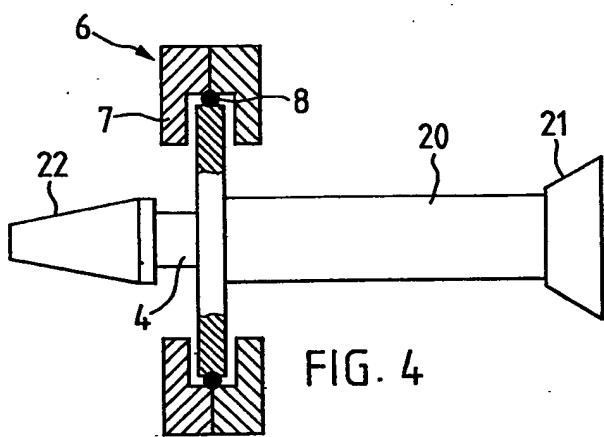
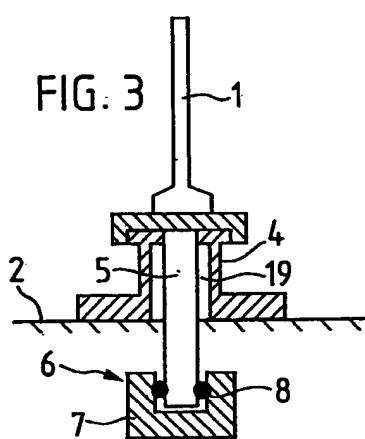


FIG. 5

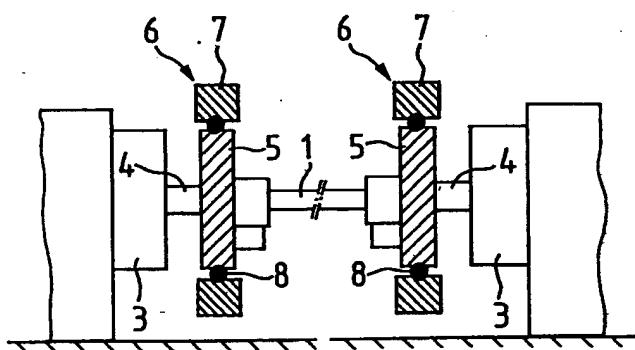


FIG. 6

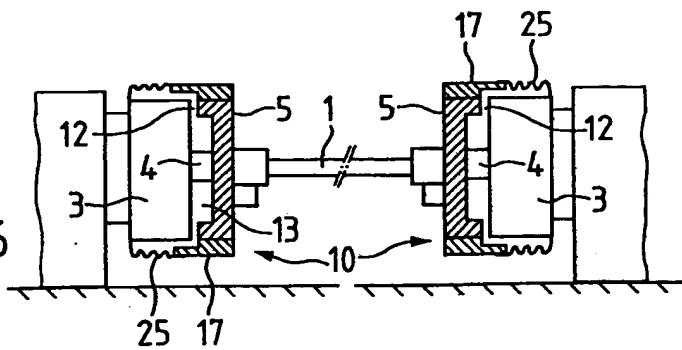


FIG. 7

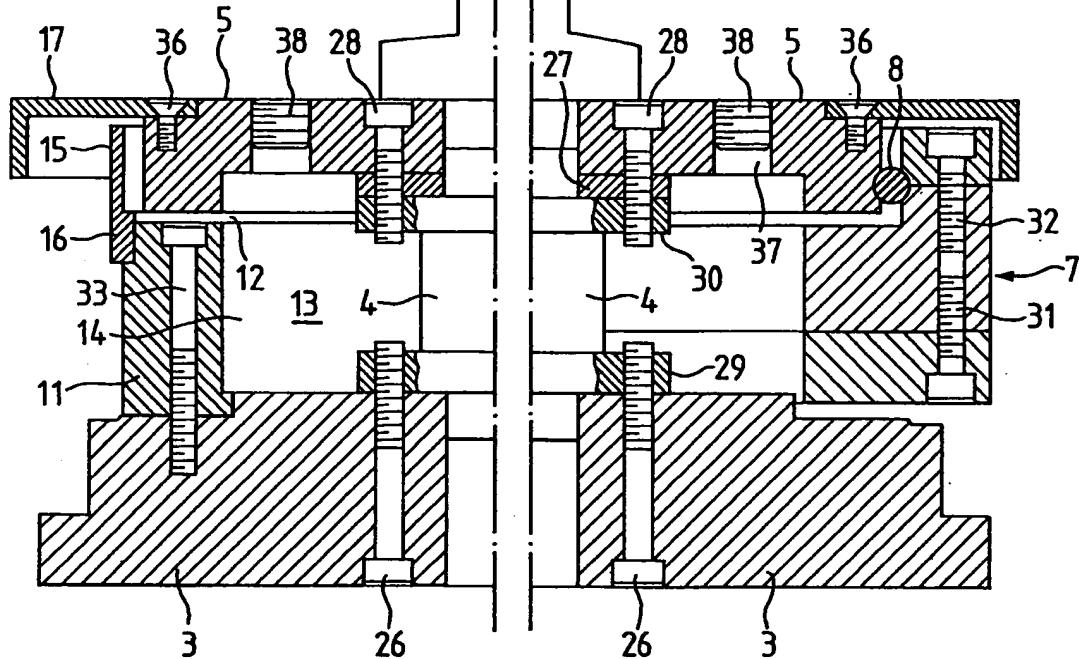


FIG. 8

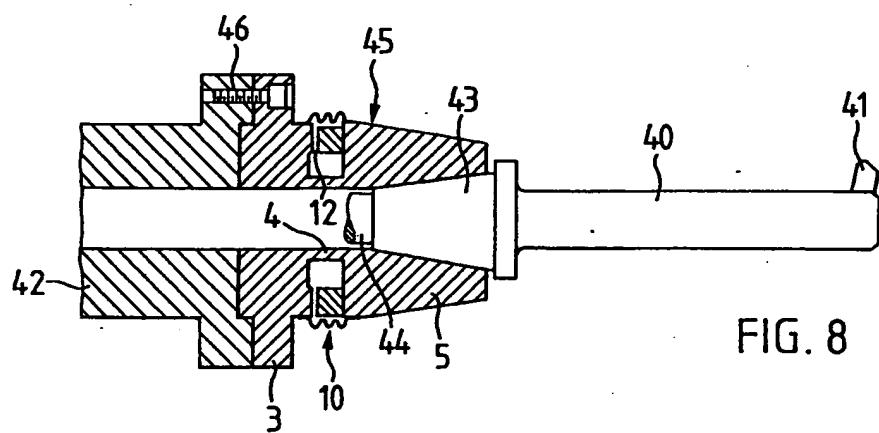


FIG. 9

